



Détail d'accroche de hauban en pointe d'un outigger Groupe Bel. (Source Blew Stoub)

Les haubans n'échappent pas à la quête permanente de performance menée par les faiseurs – et les conducteurs – de bolides océaniques. Plus légers, plus forts et aussi... plus chers. Défrichage.

PAPREC-VIRBAC, récent vainqueur de la course autour du monde en double - la Barcelona World Race - est un plan Farr construit en Nouvelle-Zélande. C'est un pur produit de la nouvelle génération des voiliers qui vont s'affronter dans le Vendée Globe cet hiver. Sur le plan technique, il est effectivement à la pointe de la pointe. Son dispositif de correcteur d'assiette (ou Trim Tab) a notamment fait la une des gazettes spécialisées. A contrario son mât et son gréement made in Southern Spars ne sont guère sortis de l'anonymat. Et pourtant ils marquent une vraie innovation en ce domaine. En effet, c'est la première fois qu'un monocoque de tour du monde possède un haubanage latéral (diagonal et vertical) à la fois en carbone et continu. Le skipper du bateau bleu et blanc nous donne les raisons de son choix dans l'interview ci-contre. On attribue à Cédric Chauveau, alors associé à Vincent Le Roux, la réalisation du premier gréement latéral en fibres pour le 60 pieds Garmore

de l'Anglais Josh Hall. C'était au milieu des années 90 et marquait une nouvelle étape amorcée par les gréements longitudinaux en fibres (étais, pataras, bastaques). Depuis le début du siècle, on peut dire que tous les 60 pieds IMOCA sont dotés de gréements dormants en fibre et fréquemment en PBO, une fibre issue du polyphénylène benzobisoxazole particulièrement raide et légère. Ces gréements sont discontinus, c'est-à-dire composés d'éléments ayant terminaison en bout de chaque étage de barres de flèche. Deux sociétés se partagent le gros du marché de la compétition : Navtec, un acteur historique du gréement hi-tech, et Futur Fibres, qui fabrique des produits PBO à Valence en Espagne distribués en France par la société lorientaise Blew Stoub dirigée par Vincent Le Roux. Le produit de base et sa transformation sont très proches d'un fabricant à l'autre. La différence est dans le système de terminaison qui relie le câble en fibre aux pièces d'accastillage du mât ou du pont. Future Fibres, le premier, a pris le parti de concevoir une machine pour réaliser des terminaisons faites par enroulement des filaments autour d'un réa. Une technique autrefois manuelle (initiée sur le bateau de Christophe Auguin avec un gréement en Vectran), qui apporte une intégrité structurelle obtenue par la continuité de l'enroulement de fibre. Navtec, habitué à fournir des terminaisons métalliques biconiques largement éprouvées, a emboîté le pas et propose depuis deux ans des terminaisons similaires à celles de Future Fibres. Par ailleurs le fabricant américain vient très récemment de produire son premier "dormant" en PBO continu (Z-System Ultra Rigging) pour un 50 pieds de régate.

Chasse au poids

Précisons que les nouveaux gréements des 60 pieds Generali et Cheminées Poujoulat sont aussi des continus Navtec.

HAUBANS "HI-TECH" EN FIBRES : LA PANACÉE ?

Intellectuellement un hauban qui relie le haut du mât au pont sans interruption au passage des barres de flèche est une solution séduisante à la fois en termes de simplicité, car on diminue le nombre de pièces, de poids, évidemment, et a priori d'aérodynamisme. Ce dernier point reste à commenter. En effet, une étude effectuée pour le compte de Future Fibres montre dans certains cas une meilleure circulation de l'air sur une protubérance carénée – l'embout de barre de flèche par exemple – que sur un câble circulaire fort en diamètre de la solution continue, notamment dans sa partie inférieure. Quant au débat carbone ou PBO, il est complètement d'actualité. Au carbone on attribue des vertus de fiabilité, ténacité et au PBO sa légèreté (lire encadré). La fiabilité, élément déterminant, se vérifie dans le temps et si Jean-Pierre Dick accomplit sans heurt le Vendée Globe avec son gréement d'origine ayant déjà un tour du monde et plus au compteur, alors le carbone pourrait devenir la panacée. De cette chasse tenace au poids superflu, les ancrages ne sont pas exempts. A cela s'ajoute la problématique du réglage. Habituellement la tension sur les haubans est prise à l'aide de ridoirs. Mais arrivé à certaines tailles de voiliers et/ou à des tensions extrêmes de hauban que la force humaine même démultipliée ne peut dompter, on s'est dit qu'au lieu de tendre le gréement en le tirant vers le bas, on pourrait obtenir le même effet

en soulevant le mât par le bas à l'aide d'un vérin hydraulique pour caler l'espar à la tension de gréement voulue (mast jack). Ainsi peut-on prérégler les haubans avant "d'envoyer la purée" et ce faisant éliminer les ridoirs de pont pour les remplacer par un léger "lashing".

Note salée

La méthode est couramment employée mais elle a ses limites notamment au niveau des haubans diagonaux qui nécessitent des réglages parfois millimétriques. Navtec pour ne citer

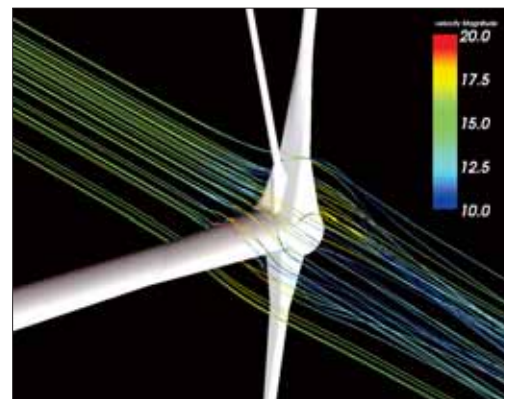
qu'eux possède un large échantillon de produits de taille mini disponibles en titane et adaptés à des terminaisons spécifiques qui permettent d'obtenir la tension voulue. Ce sont

en fait des demi ridoirs gros comme le doigt situés en haut du câble, côté mât, et pouvant être intégrés, c'est-à-dire logés à l'intérieur de l'espar. Future Fibres propose un câble composite allant de cadène à cadène pour gagner encore un peu de poids. C'est dans les détails parfois invisibles que se dissimule la différence quand les derniers mor-

ceaux de métal vaillant sont irrémédiablement remplacés par des "accroches" en textile, gain de poids oblige. Blew Stoub est un spécialiste en la matière. Avec d'un côté ses joncs en composite made in Future Fibres et de l'autre ses cordages taillés sur mesure par Lancelin, le gréur-mateloteur-"accrocheur" Vincent Le Roux fait du bel ouvrage. Mais attention, de faire tenir ces mâts en carbone posés sur des coques en carbone et propulsés par des voiles souvent en... alliage de carbone, exige plus que du talent et de l'expérience... Aussi de la rigueur, beaucoup de rigueur. Ingénieur de formation, Vincent, aujourd'hui à la tête d'une activité qui compte six employés et annonce un million et demi d'euros de CA, n'est pas peu fier d'informatiser un historique formidablement précis de l'équipement de ses clients. Il est à l'interface de l'industriel et de l'utilisateur. Il manipule et transforme de la précieuse matière et n'a guère droit à l'erreur. Songez que le gréement dormant en composite d'un 60 pieds du Vendée Globe peut allégrement dépasser les 50 000 euros, inclus les étais, et que en période de fréquentes et longues navigations, il est conseillé de le renouveler tous les ans... Eric Cochet (Iroise Gréement), l'alter ego de Vincent Le Roux, mais pour le compte de Navtec évalue à moins de 70 kg le poids total d'un gréement dormant de 60 pieds monocoque (26 kg pour le latéral, 16 kg pour



Gréement discontinu en PBO. (Source Futures Fibres)



Ecoulement laminaire sur un gréement discontinu. (Source FF)

les trois paires de bastaques, 7/8 kg l'étau de Code 0 multiplié par X, plus le reste sans oublier les étais qui suppléent à l'absence de voiles d'avant)... C'est proprement stupéfiant comparé à l'acier mais la note est salée.

Patrice Carpentier

PBO OU CARBONE, CONTINU OU DISCONTINU ?

FUTURE FIBRES :

l'ardage et aérodynamique

L'étude comparée faite par le fabricant de Valence conclut que l'épaisseur d'un hauban continu en carbone engendre une augmentation de 7% de la surface frontale comparée à celle d'un hauban PBO discontinu. Par ailleurs la terminaison en bout de barre de flèche d'un discontinu en PBO n'augmente que de 1% la surface frontale. Sur le plan aérodynamique, cette même étude montre que la traînée d'un embout de hauban PBO en bout de barre de

flèche n'excède pas celle du passage d'un hauban continu en carbone (cf. photo).

SOUTHERN SPARS :

carbone et carbone

Alex Watson, l'un des responsables techniques de Southern Spars : "On répertorie habituellement trois modules de carbone (standard, intermédiaire, haut module). Plus le module est élevé, meilleures sont les performances et donc le poids, mais le prix augmente de façon exponentielle. Notre gamme de haubans continus C6 et C6 +

est fabriquée à partir d'un faisceau de fibres pultrudées de carbone de petit diamètre terminées par des embouts coniques encapsulant une matrice noyée dans l'époxy. Des tests de fatigue identiques à ceux menés pour des produits employés à la fabrication de pales d'hélicoptère ont montré des résultats très satisfaisants. Non seulement le carbone résiste bien dans le temps, mais il est léger, sa ténacité est excellente, enfin il supporte les chocs et résiste aux agressions de l'environnement (chaleur, humidité, UV)".

Notons que les voiliers de la prochaine Volvo Ocean Race adoptent en majorité la solution gréement continu carbone.

NAVTEC :

poids et ténacité

Benoît Coville (Navtec) : "Une étude comparée des différentes familles de composites entreprise dans notre laboratoire aux USA, fait apparaître un léger surcharge du carbone comparé au PBO, mais une ténacité (charge de rupture pour un élément donné) augmentée et un

fardage quasi identique". Notons que le PBO et le carbone ne sont pas les seuls matériaux employés pour les gréements textiles. Cela dépend du type de gréement, du genre de mât (espar conventionnel ou aile) et du bateau (monocoque/multi-coque). Navtec emploie depuis longtemps le Kevlar. Pour exemple, le mât-aile du trimaran Idec de Francis Joyon est tenu par des haubans en Kevlar dotés d'embouts bi-coniques. Une solution éprouvée.

INVESTISSEMENT A LONG TERME



Le vainqueur de la Barcelona explique pourquoi il a opté pour un gréement carbone en continu et ce que cela implique.

Jean-Pierre, pourquoi avoir choisi un gréement en carbone ?

Mon premier critère de choix a été la longévité qu'offre le carbone. Il est d'ailleurs prévu que je le conserve pour le Vendée Globe. Il aura ainsi deux tours du monde à son actif. C'est en quelque sorte un investissement à long terme car ça coûte très cher à l'achat... mais si ça dure plus longtemps que le PBO ! En terme de poids et de fardage, c'est très proche. Cela dit, l'ensemble du gréement va être inspecté afin de s'assurer qu'il n'y ait pas eu de rupture de fil dans le carbone.

Et pourquoi en continu ?

Pour diminuer le fardage en bout de barre de flèche. D(diagonal) et V(vertical) ne font qu'un et en haut c'est tenu par des accrochages textile (en Dyneema Blew Stoub notamment, NDLR). En fait le V est comme le tronc d'un arbre dont les deux branches latérales seraient les deux diagonaux D 2 et D 3, l'un fixé au point de capelage, l'autre en tête de mât. D1 est le bas-hauban reliant le pont à l'ancrage du guignol.

Comment règle-t-on ce gréement ?

Sur Paprec-Virbac 2, nous avons un gréement très simple. Le mât-aille d'une corde de 40 cm est tenu par un seul étage de barres de flèche (articulées) situé relative-

ment haut sur l'espar et par un guignol dans sa partie inférieure. Il n'y a de chaque côté qu'un gal-hauban passant en extrémité de barre de flèche et un bas-hauban. Des diagonaux complètent l'écheveau. Pour régler le latéral, on donne du mou dans les étais et on tend les haubans à l'aide du ridoir. Ensuite on ajuste la tension en tirant sur l'étau relié à un vérin hydraulique. Pas besoin de mast jack. On mâte facilement. Et pour vérifier les tensions, on utilise un capteur pris sur le V1 et le D1.

Ce gréement vous satisfait donc complètement ?

Sur la Barcelona on n'a pas eu de pépin sinon ce problème de casse d'étau en remontant l'Atlantique. Mais la solidité du câble n'est pas en cause. Simplement la mise au point et les réglages du mât ont pris du temps car ils dépendent en partie de la voilure employée. Enfin, je n'ai pas d'outriggers... mais ça ne me manque pas !

Propos recueillis par PC

Note : Autres fournisseurs

Les gens cités dans cette enquête ne constituent pas une liste exhaustive. Le Hollandais Smart Rigging est intervenu sur Paprec-Virbac et fournit désormais PRB. L'Italien Maffioli connu pour ses cordages a fourni le gréement continu de Gitana 80 et l'illustre pionnier Cédric Chauveau, alias «Chien Noir» livre l'Hydroptère en particulier.